

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-328006
(43)Date of publication of application : 13.12.1996

(51)Int.CI. G02F 1/1337
G02F 1/1343

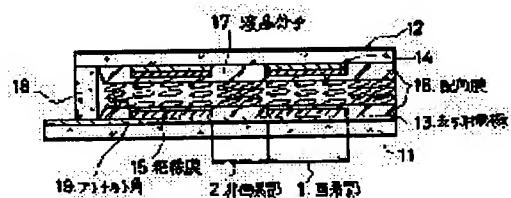
(21)Application number : 07-132991 (71)Applicant : CITIZEN WATCH CO LTD
(22)Date of filing : 31.05.1995 (72)Inventor : ARAI MAKOTO

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY PANEL

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a good liquid crystal display panel with which a reverse tilt is hardly induced in spite of application of diagonal electric fields and transverse electric fields, the occurrence of disclination line to pixel parts is prevented, the sufficient black display by the pixel parts is thereby made possible, the contrast ratio is high and the image quality is good.

CONSTITUTION: This liquid crystal display panel has a first substrate 11 having electrodes 13 for display and an oriented film 16, a second substrate 12 having counter electrodes 14 and the oriented film 16 and a sealing part 18 for sealing liquid crystal molecules 17 between the first substrate and the second substrate. The pixel parts 1 where the electrodes for display and the counter electrodes face each other are provided with insulating films 15 and the pre-tilt angle of the liquid crystal molecules in the pixel parts is set lower than the pre-tilt angle of the liquid crystal molecules in the non-pixel parts.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-328006

(43)公開日 平成8年(1996)12月13日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 2 F 1/1337
1/1343

識別記号 廣内整理番号

F I
G 0 2 F 1/1337
1/1343

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数8 O.L. (全7頁)

(21)出願番号 特願平7-132991

(22)出願日 平成7年(1995)5月31日

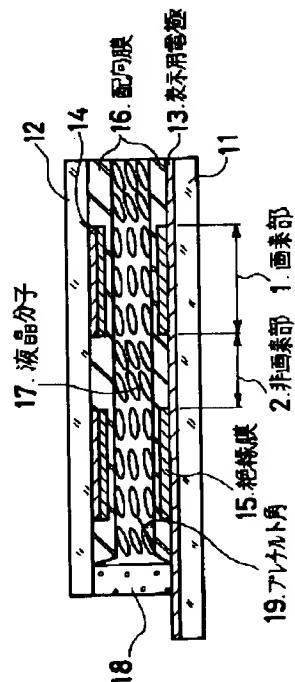
(71)出願人 000001960
シチズン時計株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目1番1号
(72)発明者 新井 真
埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ
チズン時計株式会社技術研究所内

(54)【発明の名称】 液晶表示パネル

(57)【要約】

【構成】 表示用電極13と配向膜16とを備える第1の基板11と、対向電極14と配向膜16とを備える第2の基板12と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子17を封入するためのシール部18とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部1には絶縁膜15を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くする。

【効果】 斜め電界や横電界が加わってもリバースチルトは起こり難く、画素部へのディスクリネーションラインの発生を防ぐことができる。このことにより、画素部は充分な黒表示を行うことができ、コントラスト比の高く表示品質の良好な液晶表示パネルを得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 表示用電極と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には絶縁膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする液晶表示パネル。

【請求項2】 表示用電極と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には酸化タンタル膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする液晶表示パネル。

【請求項3】 表示用電極と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には窒化珪素膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする液晶表示パネル。

【請求項4】 表示用電極と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には酸化珪素膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする液晶表示パネル。

【請求項5】 表示用電極とスイッチング素子と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には絶縁膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする液晶表示パネル。

【請求項6】 表示用電極とスイッチング素子と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には酸化タンタル膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする液晶表示パネル。

【請求項7】 表示用電極とスイッチング素子と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える

第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には窒化珪素膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする液晶表示パネル。

【請求項8】 表示用電極とスイッチング素子と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には酸化珪素膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする液晶表示パネル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は液晶表示パネルの構造に関するものである。TFD素子や、薄膜トランジスタ(TFT)素子などのスイッチング素子をもつ液晶表示パネルや、あるいはこれらのスイッチング素子をもたない液晶表示パネルの構造に関するものである。また、画素部における点灯欠陥を改善する液晶表示パネルの構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 現在、液晶表示パネルは表示画面の拡大や高精細化が進んでおり、ワードプロセッサやパーソナルコンピュータなどの表示画面として用いられている。

【0003】 この液晶表示パネルとして、最近主流となりつつあるTFD素子やTFT素子などのスイッチング素子をもつアクティブマトリクス方式では、一般にツイステッドネマティック(TN)型が用いられている。

【0004】 以下従来のTN型液晶表示パネルの構造について、図4の断面図と図5の平面図とを用いて説明する。なお図4の断面図は、図5のB-B線における断面であり、画素部と非画素部における液晶分子の配向状態を示している。以下、図4と図5とを交互に参照して従来技術における液晶表示パネルの構造を説明する。

【0005】 第1の基板11は、ガラスからなる基板上に、透明導電膜として酸化インジウムスズの表示用電極

40 13を設けるか、あるいは図4には図示しないが薄膜ダイオード(TFD)素子や、薄膜トランジスタ(TFT)素子などのスイッチング素子を有している。

【0006】 その表示用電極13上と表示用電極13を設けていないガラス上とに、配向膜16を均一に印刷法によって設け、所定の温度で配向膜16を焼成し、その後ラビングにより液晶分子17が均一に所定の方向へ配向するための配向処理を配向膜16に行っている。

【0007】 第2の基板12は、ガラスからなる基板上に、透明導電膜として酸化インジウムスズの対向電極14を設け、その対向電極14上と対向電極14を設けて

いないガラス上とに配向膜16を均一に印刷し、所定の温度で配向膜16を焼成し、その後ラピングによる配向処理を行っている。

【0008】液晶表示パネルを製造するには、第1の基板11と第2の基板12との間に、図4には図示しないが内部スペーサーを介在させ、シール部18によって、2枚の第1の基板11と第2の基板12とを張り合わせている。

【0009】このときTN型液晶表示パネルでは、第1の基板11のラピング方向と第2の基板12のラピング方向とがほぼ直交するように配置している。

【0010】そして第1の基板11と第2の基板12との隙間にカイラルネマティック液晶を注入し、液晶分子17層を設ける。

【0011】その液晶分子17は、配向膜16との界面でラピング方向に沿って均一に配列し、基板の垂直方向に所定のプレチルト角19を有し、さらに2枚の基板間で液晶分子17が90度ねじれるように配向している。

【0012】さらに、液晶分子17のプレチルト角19は、液晶分子17と配向膜16との分子間相互作用によって発現するため、配向膜16の表面状態によってプレチルト角19の角度が決まる。

【0013】ここで図5に示すように、画素部1は表示用電極13と対向電極14とが交差し対面してなる領域である。また、非画素部2は画素部1の周辺領域であり、表示用電極13と対向電極14とが対面しない領域である。

【0014】そして、この液晶表示パネルにおいて、画素部1における液晶分子17のプレチルト角19は、非画素部2における液晶分子17のプレチルト角19とほぼ同一の角度を有している。

【0015】その理由としては、表示用電極13と対向電極14との材料である酸化インジウムスズ上の配向膜16とガラス上の配向膜16との表面状態が原子間力顕微鏡(AFM)で観察したところ、ほぼ同一形状を示していたことによると考えられる。

【0016】そして液晶表示パネルの画像表示を得るには、表示情報に従って各画素部1に所定の電圧を印加し、液晶分子17を基板の垂直方向に立ち上がらせることで光の透過量を各画素部1で変化させ、たとえばノーマリーホワイトの偏光板配置の場合、オフ電圧を印加すると画素部1は白表示となり、オン電圧を印加すると画素部1は黒表示となり、画像表示を得ている。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】ここで、画素部1の液晶分子17は、その画素部1に印加される電圧値によって動作し、オン電圧を印加するとプレチルト角方向から基板垂直方向へ立ち上がる。

【0018】これに対して、非画素部2の液晶分子17は、直接的には電圧を印加されないが、隣接する画素部

1の電極間における斜め電界や横電界が印加されることによって動作して、プレチルト角と逆の方向から液晶分子17が立ち上がるリバースチルトと呼ばれる現象が起きる。

【0019】このリバースチルト現象は非画素部2だけに留まらず、正常に立ち上がる領域とリバースチルト領域との境界にディスクリネーションライン3が発生し、画素部1にまで及ぶ。このディスクリネーションライン3は、光を透過する輝線であるため黒表示画素4での発生は真の黒表示を妨げる点灯欠陥となる。

【0020】このため従来のTN型液晶表示パネルは、画素部1でディスクリネーションライン3が発生することにより、充分な黒表示が得られないため、コントラスト比が低く、表示品質上、大きな問題となっている。

【0021】本発明の目的は、上記課題を解決して、非画素部はリバースチルトが起こり難く、画素部にはディスクリネーションラインが発生しない液晶表示パネルの構造を提供することである。

【0022】

20 【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の液晶表示パネルは、下記記載の手段を採用する。

【0023】本発明の液晶表示パネルは、表示用電極と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には絶縁膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は、非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする。

【0024】本発明の液晶表示パネルは、表示用電極と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には酸化タンタル膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする。

40 【0025】本発明の液晶表示パネルは、表示用電極と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には窒化珪素膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は、非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする。

【0026】本発明の液晶表示パネルは、表示用電極と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電

極と対向電極とが対面してなる画素部には酸化珪素膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は、非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする。

【0027】本発明の液晶表示パネルは、表示用電極とスイッチング素子と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には絶縁膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は、非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする。

【0028】本発明の液晶表示パネルは、表示用電極とスイッチング素子と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には酸化タンタル膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は、非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする。

【0029】本発明の液晶表示パネルは、表示用電極とスイッチング素子と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には窒化珪素膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は、非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする。

【0030】本発明の液晶表示パネルは、表示用電極とスイッチング素子と配向膜とを備える第1の基板と、対向電極と配向膜とを備える第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に液晶分子を封入するためのシール部とを備え、表示用電極と対向電極とが対面してなる画素部には酸化珪素膜を設け、画素部における液晶分子のプレチルト角は、非画素部における液晶分子のプレチルト角より低くすることを特徴とする。

【0031】

【作用】本発明の液晶表示パネルでは、画素部に絶縁膜として酸化タンタル膜あるいは窒化珪素膜あるいは酸化珪素膜を設ける。このことにより、この被膜上部に形成する配向膜の表面状態は原子間力顕微鏡で観察したところ、非画素部の配向膜の表面状態と比らべ、形状が滑らかで表面粗さが小さくなっている。

【0032】液晶分子のプレチルト角は、表面粗さが小さい表面では低く、表面粗さが大きい表面では高くなり、すなわち画素部の液晶分子は表面粗さが小さい配向膜と両面で接している。このため、非画素部の液晶分子と比べてプレチルト角が低い状態で配向している。

【0033】このことにより、画素部のプレチルト角の低い液晶分子に電圧を印加して画像表示を行う際に、非

画素部のプレチルト角の高い液晶分子は斜め電界や横電界が加わっても、リバースチルトは起こり難く、画素部へのディスクリネーションラインの発生を防ぐことができる。

【0034】

【実施例】以下、本発明の実施例における液晶表示パネルの構造を、図1の断面図と図2の平面図と図3の平面図とを用いて説明する。なお図1は、図2のA-A線における断面を示す断面図であり、画素部と非画素部における液晶分子の配向状態を示している。また図3は、スイッチング素子を有する液晶表示パネルの構造を示す平面図である。以下、図1と図2と図3とを交互に参照して説明する。

【0035】第1の基板11は、ガラスからなる基板上に、透明導電膜として酸化インジウムスズの表示用電極13を設けるか、あるいは図3に示すように、薄膜ダイオード(TFD)素子や、薄膜トランジスタ(TFT)素子などのスイッチング素子20を有する。

【0036】その表示用電極13上には、表示用電極13と対向電極14とが対面してなる画素部1に相当する領域に、絶縁膜15を設ける。

【0037】その表示用電極13上と表示用電極13を設けていないガラス上とのシール部18内側領域に、配向膜16を均一に印刷法によって設ける。そして、所定の温度で配向膜16を焼成し、その後ラビングにより液晶分子17が均一に所定の方向へ配向するための配向処理を配向膜16に行っている。

【0038】第2の基板12は、ガラスからなる基板上に、透明導電膜として酸化インジウムスズの対向電極14を設け、その対向電極14上には、画素部1に相当する領域に、絶縁膜15を設ける。

【0039】その対向電極14上と対向電極14を設けていないガラス上とのシール部18内側領域に配向膜16を均一に印刷により形成する、そして、所定の温度で配向膜16を焼成し、その後ラビングによる配向処理を行っている。

【0040】すなわち、配向膜16は、表示用電極13の画素部1と対向電極14の画素部1との両面で、絶縁膜15の上部に設ける構成となる。

【0041】液晶表示パネルを製造するには、第1の基板11と第2の基板12との間に、図1には図示しないが内部スペーサーを介在させ、シール部18によって、2枚の第1の基板11と第2の基板12とを張り合わせている。

【0042】このときTN型液晶表示パネルでは、第1の基板11のラビング方向と第2の基板12のラビング方向とがほぼ直交するように配置している。

【0043】そして第1の基板11と第2の基板12との隙間にカイラルネマティック液晶を注入し、液晶分子50 17層を設ける。

【0044】その液晶分子17は、配向膜16との界面でラビング方向に沿って均一に配列し、基板の垂直方向に所定のプレチルト角19を有し、さらに2枚の基板間で液晶分子17が90度ねじれるように配向している。

【0045】さらに、液晶分子17のプレチルト角19は、液晶分子17と配向膜16との分子間相互作用によって発現するため、配向膜16の表面状態によってプレチルト角19の角度を決定している。

【0046】ここで、図1と図2と図3とに示すように、画素部1は表示用電極13と対向電極14とが交差し対面してなる領域である。また、非画素部2は画素部1の周辺領域であり、表示用電極13と対向電極14とが対面しない領域である。

【0047】そして、画素部1領域の絶縁膜15上に設けた配向膜16の表面状態と、絶縁膜15を設けていない非画素部2に設けた配向膜16の表面状態とは異なつておらず、画素部1における液晶分子17のプレチルト角19は、非画素部2における液晶分子17のプレチルト角19より低い角度となる。

【0048】その理由としては、絶縁膜15上に設ける画素部1の配向膜16は、表面形状が滑らかで表面粗さが小さいため、この画素部1の液晶分子17はプレチルト角19が低い配向状態となる。

【0049】また、非画素部2である酸化インジウムスズ上やガラス上に設ける配向膜16は、表面形状に凹凸が多く表面粗さが大きいため、この非画素部2の液晶分子17はプレチルト角19が高い配向状態となる。

【0050】このような構造の液晶表示パネルを実際に画像表示を行ったところ、黒表示を行っている画素部1にディスクリネーションライン3の発生は見られなかつた。これは隣接する非画素部2の液晶分子17のプレチルト角19が高いため、斜め電界や横電界の影響を受け難くなり、リバースチルトが起こり難くなつたことによるものである。

【0051】つぎに本発明の液晶表示パネルを得るための製造方法を、図1と図2とを用いて説明する。

【0052】ガラス材料からなる第1の基板11に、透明導電膜である酸化インジウムスズ(ITO)をスパッタリング法により膜厚200nmで形成する。

【0053】その後、全面に感光性樹脂を形成し、フォトマスクを用いて露光現像処理を行い、この感光性樹脂をパターニングし、さらにこのパターニングした感光性樹脂をエッチングマスクに用いて酸化インジウムスズをパターニングするフォトエッチング法によって、表示用電極13をパターニングする。

【0054】つづいてこの表示用電極13を形成した第1の基板11上の全面に、酸化タンタル(Ta₂O₅)をスパッタリング法により膜厚100nmで形成する。

【0055】その後、上述と同様なフォトエッチング法により、酸化タンタルをパターニングし、表示用電極1

3上の画素部1に酸化タンタル膜からなる絶縁膜15を形成する。

【0056】さらに、第1の基板11の画素部1と非画素部2との上部には、配向膜16としてLQ-T120(日立化成工業製)をフレキソ印刷法を用いて膜厚50nmで形成する。

【0057】その後、温度250°Cで1時間の焼成を行つた後、レーヨン布を用いて切り込み量0.4mmで一定方向にラビング処理を行う。

10 【0058】一方、ガラスからなる第2の基板12は、前述と同様な処理方法によって、透明導電膜からなる対向電極14上の画素部1に、酸化タンタル膜からなる絶縁膜15を形成する。

【0059】そして、第2の基板12の画素部1と非画素部2との上部に、配向膜16としてLQ-T120(日立化成工業製)をフレキソ印刷法を用いて膜厚50nmで形成し、温度250°Cで1時間の焼成を行つた後、レーヨン布を用いて切り込み量0.4mmで一定方向にラビング処理を行う。

20 【0060】その後、第1の基板11と第2の基板12とを張り合わせる。これは、どちらか一方の基板に熱硬化性のエポキシ樹脂からなるシール部18をスクリーン印刷法により形成し、さらに他方の基板には図示しないが内部スペーサーとして球状のプラスチックビーズを散布する。その後、第1の基板11と第2の基板12とを、ラビング方向が直交するような配置で重ね合わせる。

【0061】その後、第1の基板11と第2の基板12とを加圧しながら温度150°Cで、時間2時間の熱処理を行い、シール部18を硬化させる。

30 【0062】そして、第1の基板11と第2の基板12との隙間に、フッ素系のカイラルネマティック液晶MJ93567(メルク製)を注入して、液晶分子17層を形成する。

【0063】そして、液晶分子17はラビング方向に沿つて配列し、第1の基板11と第2の基板12との間で90度ねじれた配向状態となる。

40 【0064】ここで、酸化タンタル膜からなる絶縁膜15上に形成している画素部1の配向膜16は、表面形状が滑らかで表面粗さが小さいため、この画素部1の液晶分子17はプレチルト角19が低い配向状態となる。

【0065】また、酸化インジウムスズ上とガラス上とに形成している非画素部2の配向膜16は、表面形状に凹凸が多く表面粗さが大きいため、この非画素部2の液晶分子17はプレチルト角19が高い配向状態となる。

【0066】それぞれのプレチルト角19をクリスタルローテーション法により測定したところ、画素部1の液晶分子17は1.5度のプレチルト角19を有し、非画素部2の液晶分子17は5.8度のプレチルト角19を有していた。

【0067】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明の液晶表示パネルは、非画素部の液晶分子は画素部の液晶分子より高いプレチルトを有するため、斜め電界や横電界が加わっても、リバースチルトは起こり難く、画素部へのディスクリネーションラインの発生を防ぐことができる。このことにより、画素部は充分な黒表示を行うことができ、コントラスト比の高く表示品質の良好な液晶表示パネルを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例における液晶表示パネルの構造を示す断面図である。

【図2】本発明の実施例における液晶表示パネルの構造

を示す平面図である。

【図3】本発明の実施例におけるスイッチング素子を有する液晶表示パネルの構造を示す平面図である。

【図4】従来例における液晶表示パネルの構造を示す断面図である。

【図5】従来例における液晶表示パネルの構造と画素欠陥とを示す平面図である。

【符号の説明】

11 第1の基板

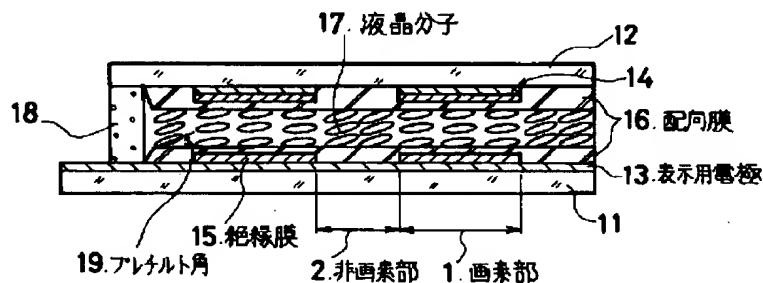
10 12 第2の基板

15 絶縁膜

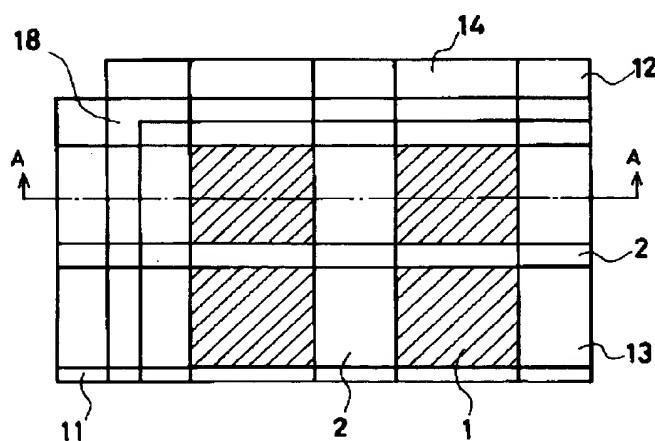
16 配向膜

17 液晶分子

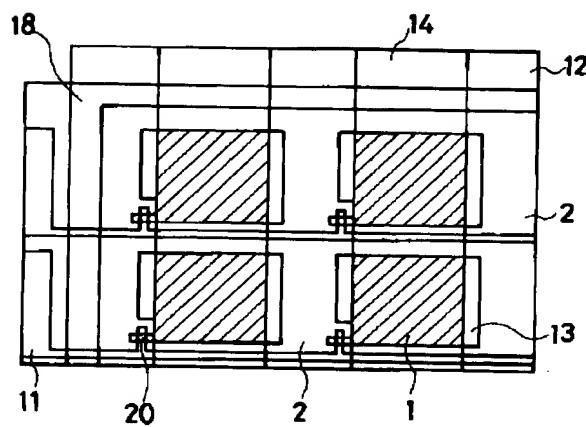
【図1】



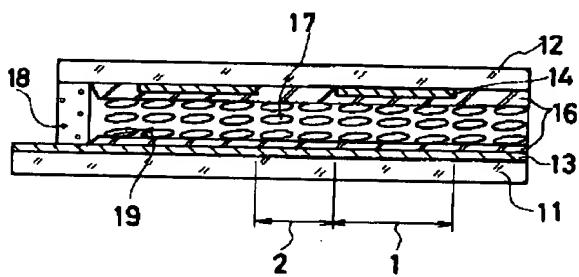
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

